Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa (S.E.A.), nº **59** (31/12/2016): 219–226. ISSN: 1134-9064

PRIMEROS DATOS DE RECLUTAMIENTO DE HIMENÓPTEROS PARASITOIDES AUTÓCTONOS PARA *DRYOCOSMUS KURIPHILUS* YASUMATSU (HYMENOPTERA: CYNIPIDAE) EN CATALUÑA (PENÍNSULA IBÉRICA)

Joan Lluís Jara-Chiquito[1], Jorge Heras[2] & Juli Pujade-Villar[3]

[1] Universitat Autònoma de Barcelona. Centre de Recerca Ecològica i Aplicacions Forestals. Edifici C. 08193 Bellaterra (Spain). joanlluis.jara@e-campus.uab.cat
[2] Generalitat de Catalunya. Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca i Alimentació. Dr.Roux 80. 08017 Barcelona (Spain). jorge.heras@gencat.cat
[3] Universitat de Barcelona. Facultat de Biologia. Departament de Biologia Animal. Avda. Diagonal 645. 08028 Barcelona (Spain). jpujade@ub.edu

Resumen: Se ha estudiado el complejo parasitoide autóctono objeto de reclutamiento por parte de la nueva plaga exótica invasora avispilla del castaño, *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu, 1951 (Hymenoptera: Cynipidae), para el año 2014 en Cataluña. Se han colectado en total 4.111 agallas de cinco zonas de castaño, de las que se han obtenido 2.988 ejemplares de avispilla y 521 ejemplares de parasitoides pertenecientes a 14 especies de 5 familias de Chalcidoidea. Una de las especies, *Mesopolobus lichtensteini* (Mayr, 1903) se cita por primera vez como asociada a *Dryocosmus*. Se ha comparado la composición del complejo parasitoide colectado en Cataluña con el descrito con anterioridad en otras zonas de Europa.
Palabras clave: Hymenoptera, Cynipidae, *Dryocosmus kuriphilus*, Chalcidoidea, parasitoides, *Castanea sativa*, Cataluña, Península Ibérica.

First data on the recruitment of native parasitoid wasps by *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu (Hymenoptera: Cynipidae) in Catalonia (Iberian Peninsula)

Abstract: Research was carried out in 2014 in Catalonia on the recruitment of a native parasitoid complex by the new exotic invasive species *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu, 1951 (Hymenoptera: Cynipidae), also known as the Asian Chestnut Gall Wasp (ACGW). A total of 4,111 galls were collected from five chestnut tree sites, resulting in the rearing of 2,988 ACGW adults and 521 parasitoid specimens of 14 species belonging to 5 Chalcidoidea families. One of these species, *Mesopolobus lichtensteini* (Mayr, 1903), is recorded on the ACGW for the first time. The composition of the parasitoid complex collected in Catalonia has been compared with that reported before from other sites in Europe.
Key words: Hymenoptera, Cynipidae, *Dryocosmus kuriphilus*, Chalcidoidea, parasitoids, *Castanea sativa*, Catalonia, Iberian Peninsula.

Introducción

La especie exótica invasora denominada "Avispilla del Castaño", *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu, 1951 (Hymenoptera: Cynipidae), constituye una nueva y dañina plaga forestal que ataca las masas boscosas de castaños, plantones aislados, viveros, etc. Originaria de China, donde parasita distintas especies orientales del género *Castanea*, en pocas décadas ha protagonizado una inexorable expansión en Europa, alcanzando nuevas áreas de distribución y llegando prácticamente a todas las zonas donde se encuentra *Castanea sativa* Mill. La primera cita fuera de China se produjo en el año 1941 en Japón sobre *Castanea crenata* Siebold & Zucc. Posteriormente, en 1963, fue citada en Corea sobre *Castanea mollisima* Blume, y diez años más tarde, en 1974, se citó en Estados Unidos sobre *Castanea dentata* (Marshall) Borkh. Introducida accidentalmente en Europa, el primer país afectado fue Italia en 2002, luego se detectó en Francia y Eslovenia en 2005, y a continuación sucesivamente en Suiza y Hungría en 2009, Croacia y Holanda en 2010, y en Eslovaquia, Chequia y Alemania en 2012 (Pujade-Villar *et al*., 2013). En 2012 llegó también a España y fue confirmada su presencia en Cataluña cerca de Tapis, en la comarca de l'Alt Empordà (Girona), aunque, tras una detallada prospección, se constató que prácticamente se encontraba ya por todas las masas de castaño de Cataluña (Pujade-Villar *et al*., 2013). Ese mismo año, la Generalitat de Catalunya emitió una Orden por parte del Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca i Medi Natural (Ordre AAM/355/2012) por la que se establecieron una serie de zonas delimitadas (infestadas, de observación y de barrera) para la plaga en Cataluña. Posteriormente, *D. kuriphilus* se extendió en España por diversas comunidades autónomas, declarándose el año 2013 en Cantabria (Orden GAN/51/2013 Boletín Oficial de Cantabria) y el 2014 en Asturias Andalucía y Galicia (Nieves-Aldrey & Gil Tapetado, 2015), y en Navarra y Euskadi (G. Sánchez, *com. pers.*). También ha sido ya detectada en Portugal (Bento, 2014), Grecia, Turquía y Gran Bretaña (Everatt, 2015).

Dada su peligrosidad como plaga forestal, ya en 2003 la EPPO (Organización Europea y Mediterránea para la Protección de las Plantas) incluyó a este organismo en su lista de alerta "A2-List". Después, en 2006, la Comisión Europea dispuso el establecimiento de medidas provisionales urgentes (Decision 2006/464/EC) para prevenir su introducción y propagación en la Unión Europea. Sin embargo, la propagación imparable de *D. kuriphilus* por todas las áreas importantes de castaño de los países miembros de la UE ha mostrado que aquellas medidas nunca llegaron a ser eficaces y, por este motivo, se ha procedido a la reciente derogación (Decision 2014/690/EU) de las mismas. Aun así, su alto peligro sigue siendo vigente y muy notorio. Los graves daños de esta plaga, que repercuten en unas drásticas pérdidas económicas en las

Fig. 1. (a) Agallas del año y (b) del año anterior.

zonas de castaño, por disminuciones de hasta más de un 80% de la cosecha en fruto, se deben a una masiva formación de zoocecidias o agallas, lo que ocasiona una disminución intensa de la brotación floral, del follaje y área fotosintética, de la producción de madera y del propio vigor del árbol que, en los casos más agudos, cuando se ha combinado con otros agentes de producción de estrés biótico o de decaimiento del bosque, puede dar con la muerte del árbol hospedador (Aebi *et al.*, 2006).

Hoy es sabido que la alta fecundidad del cinípido y el insuficiente control sobre la circulación de material vegetal infestado, unido al retraso en la puesta en marcha de un protocolo de detección precoz para comprobar la presencia de la plaga en yemas invernales, han sido, entre otros, los factores que más han contribuido a la rápida expansión de esta especie invasora en Europa (Quacchia *et al.*, 2013).

En cuanto a su biología (Brussino *et al*., 2002; Anónimo, 2005; Pujade-Villar *et al*., 2013; Anónimo, 2015), cabe precisar que *D. kuriphilus* es una especie univoltina que se reproduce por agamia indefinida, dando lugar únicamente a hembras. Los adultos emergen desde finales de mayo hasta finales de julio y viven unos 10 días, realizando la puesta de huevos en pequeños grupos en el interior de las yemas del árbol hospedador. Cada hembra puede llegar a poner entre 100-150 huevos en grupos de 3 a 5 en cada puesta. Las yemas, a su vez, pueden reunir las puestas de varias hembras, por lo que es posible encontrar alguna yema con entre 20 y 30 huevos en su interior. Los huevos eclosionan en unos 40 días, pero el desarrollo del primer estadio de las larvas es muy lento, permaneciendo durante los meses de otoño e invierno en el interior de las yemas del castaño. En primavera, las larvas, de una coloración blanca, se desarrollan simultáneamente a dichas yemas, induciendo la formación de una agalla y alimentándose durante un período de entre 20 y 30 días hasta que, entre mediados de mayo y mediados de julio, en función de la localidad y la variedad del castaño, forman la pupa, de color oscuro. Tanto los huevos como el primer estadio larvario que se encuentran en el interior de las yemas son muy difíciles de detectar por inspección ocular. En cambio, la aparición de las agallas en el árbol constituye el síntoma más característico y fácil de constatar de la presencia de la plaga. Cada agalla consiste en un hinchamiento hipertrófico de los tejidos vegetales de entre 5 y 40 mm de diámetro, de color verde a rojizo, soliendo localizarse en ramillos jóvenes, brotes florales, peciolos y nervio central de las hojas (Fig. 1a). Tras la emergencia de los adultos, las agallas se secan, permaneciendo en el árbol por un largo periodo de hasta dos años (Fig. 1b).

Respecto a los medios para combatir la plaga, se han ido explorando distintas estrategias (Aebi *et al*., 2007). Primeramente se han llevado a cabo tratamientos químicos, que han resultado tradicionalmente inapropiados e insostenibles por diferentes motivos, todos ellos derivados del ciclo biológico de la especie (Aebi *et al*., 2007) y en particular por el hecho de ser la castaña un fruto seco comestible de especial interés económico. En segundo lugar se ha probado con la utilización de pies de castaño resistentes, solución que se ve limitada por el hecho de que sólo existen contadas variedades de las diferentes especies de castaño que han sido descritas como resistentes a la plaga en cultivos japoneses como "Tzukuba", "Tanzawa" y "Ginyose" de *C. crenata*; en esta misma línea se han desarrollado distintos programas de mejora genética para *C. dentata* (Anagnostakis *et al.*, 2009). Y en tercer lugar se ha recurrido a la lucha biológica, de la que se dispone de la experiencia ya adquirida en Japón y Estados Unidos en la investigación sobre la utilización del parasitoide *Torymus sinensis* Kamijo, 1982 (Hymenoptera: Torymidae), un enemigo natural de *D. kuriphilus* y cuya área de distribución original coincide con la del cinípido; la introducción controlada de *T. sinensis* comenzó en diferentes regiones de Italia en 2005 (Quacchia *et al*., 2008), posteriormente en Francia en 2011 (Borowiec *et al*., 2014) y en Hungría y Croacia en 2014 (Matošević *et al*., 2014). No obstante, y a pesar de estas medidas, en los últimos años se han venido elaborando diversos estudios con el fin de contrastar cómo y en qué medida el complejo parasitoide autóctono de aquellas áreas en las que va apareciendo *Dryocosmus* podría desempeñar un papel relevante en el control de esta plaga invasora, mediante el progresivo reclutamiento y adaptación al nuevo huésped (Blouin, 2011; Matošević & Melika, 2013; Panzavolta *et al.*, 2013; Palmeri *et al.*, 2014).

El propósito del presente estudio es, principalmente, caracterizar la composición de la comunidad del complejo parasitoide autóctono reclutado por *D. kuriphilus* para el año 2014 en Cataluña. Asimismo, se pretende averiguar en qué medida dicho cinípido exótico invasor está reclutando progresivamente las especies de este complejo parasitoide proveniente de la comunidad de cinípidos autóctonos de las agallas de quercíneas presentes en Cataluña.

Materiales y métodos

En Cataluña el castaño se encuentra ocupando 12.237 ha como especie forestal principal (Aymerich *et al*., 2014). En su distribución pueden distinguirse hasta seis zonas diferenciadas (Fig. 2), estando *D. kuriphilus* presente en cinco de ellas hasta 2015; recientemente ha sido detectada también en la zona de Prades.

Se tomaron muestras durante el mes de junio de 2014 pertinentemente en cada una de las cinco zonas afectadas, recolectando las agallas aleatoriamente de ramas bajas hasta una altura de unos 2 m. Cada agalla fue examinada para observar si había o no algún agujero de emergencia; nunca observamos que hubiese emergencias previas a la colecta en las muestras colectadas. En cada una de las zonas se hizo un seguimiento, mediante la disección de sucesivas muestras, de la evolución de las larvas dentro de las agallas desde principios de mes para organizar la recogida masiva de agallas cuando los *D. kuriphilus* estuvieran mayoritariamente en fase de pupa, lo que ocurrió entre los días 23 y 27 de junio. Además, en la zona de la Garrotxa se hicieron 3 muestreos de agallas en parcelas próximas teniendo en cuenta su estación y diferente composición forestal. A continuación se resumen las características de las zonas de donde se tomaron las muestras (Fig. 2):

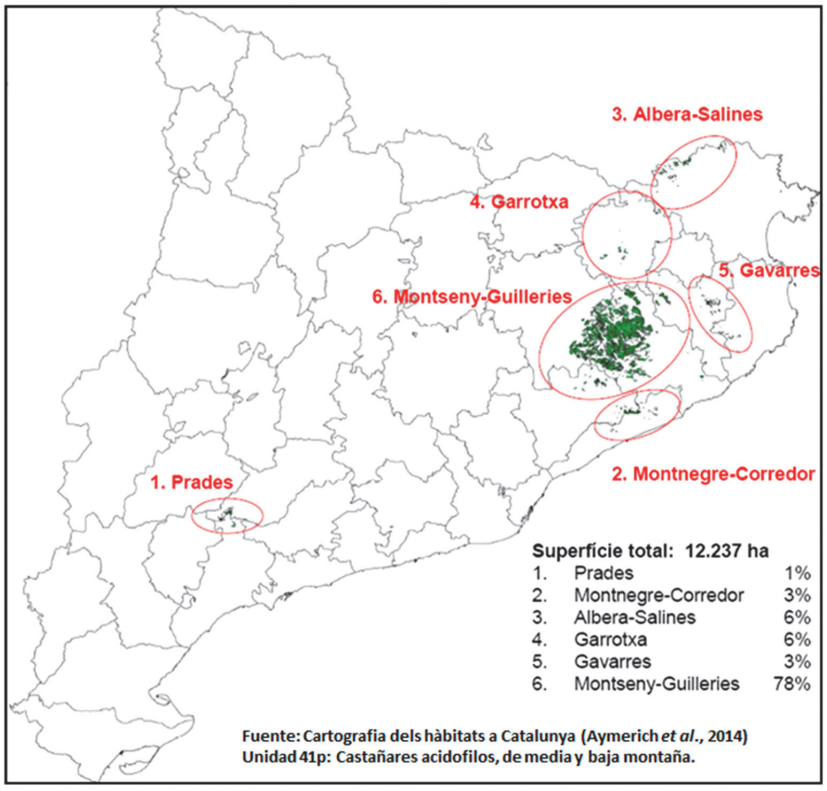

Fig. 2. Distribución y zonas de castaño en Cataluña.

Zona 1.- Prades. Castañares libres de plaga en el momento del presente estudio. Aquí no se muestrea, sólo se prospecta con el fin de datar la irrupción de *D. kuriphilus*, en su caso.

Zona 2.- Montnegre-Corredor. Se recolectan las agallas en un área donde el castaño ocupa una estación al límite de sus condiciones ecológicas, particularmente en las zonas bajas de esta cordillera litoral. La masa de castaño aparece pura en bosquetes o mixta constituyendo un latizal en mezcla con roble pubescente y encina.

Zona 3.- Albera-Salines. La zona se halla muy cerca de la frontera con Francia, país donde ya existen tanto *D. kuriphilus* como *T. sinensis* y donde se realizan sueltas controladas del parasitoide desde 2009. Aunque frecuentemente el castaño aparece mezclado con roble pubescente, se muestrea una zona de masa pura.

Zona 4.- Garrotxa. Se toman las muestras en el seno del "Parc Natural de la Zona Volcànica de la Garrotxa" con colectas en tres masas diferentes para ver posibles diferencias entre ellas, en una parcela pura de castaño, en una parcela de castaño en mezcla con roble pedunculado y avellano, y en otra parcela de castaño mezclado con haya.

Zona 5.- Gavarres. El muestreo se realiza aquí en un latizal de castaño que está fuera de estación ecológica y que está lindando con encina, alcornoque y pino rodeno.

Zona 6.- Montseny-Guilleries. Esta zona ocupa un 78% de la superficie de los castañares de Cataluña y aparece en un amplio abanico de condiciones ecológicas. La muestra se toma en les Guilleries, en un latizal de castaño rodeado de una masa de encina y alcornoque.

En el laboratorio, las agallas recogidas se repartieron en una serie de cajas de cartón de un volumen aproximado de 0,25 m^3 con el fin de que actuasen como cámaras oscuras y sirviesen de cámaras de cría (Fig. 3), introduciéndose alrededor de 400 agallas por caja sobre un lecho de papel absorbente. En su tercio inferior se dispusieron varios recipientes colectores de cristal de unos 200 ml de capacidad, fijados a las paredes. A continuación dichas cajas fueron almacenadas a temperatura ambiente para que tanto los *D. kuriphilus* como los parasitoides autóctonos, al emerger e ir hacia la luz, se introdujeran en los recipientes, de donde una vez detectados fueron colectados semanalmente y conservados en alcohol de 70º.

Tras una separación preliminar entre cinípidos y calcidoideos parasitoides, éstos fueron aislados en pequeños viales e identificados de acuerdo con sus características morfológicas. Para la determinación taxonómica de las especies de parasitoides se han utilizado las claves dicotómicas, aún inéditas, denominadas "Key to chalcidoid parasitoids in oak cynipid galls", realizadas por Thúroczy & Askew, quienes nos han cedido amablemente su uso para el presente estudio. Hay que añadir que dichas claves constituyen desde hace algunos años una herramienta inestimable para la investigación sobre comunidades de parasitoides de himenópteros gallícolas en quercíneas y han sido también básicas en la elaboración del "Catalogue of parasitoids and inquilines in cynipid oak galls in the West Palaearctic" (Askew *et al.,* 2013). Los especímenes parasitoides están depositados en Centre de Recursos de Biodiversitat Animal (CRBA) de la Facultat de Biologia (Universitat de Barcelona).

Después de todo el proceso, se ha registrado la abundancia total de adultos emergentes para cada especie de parasitoide y, por otra parte, se ha calculado el índice del grado de parasitoidismo en cada muestra. Dicho índice consiste en una

Fig. 3. Cámaras de cría en las que se han colocado las agallas de *Dryocosmus kuriphilus* mencionadas en éste estudio en espera de la emergencia de los adultos (cinípido y parasitoides).

Tabla I. Muestreos realizados, coordenadas UTM y agallas totales recolectadas por localización. Cs=castaño, Fs= haya, Ppr=pino rodeno, Qh= roble pubescente, Qi=encina, Qr= roble pedunculado, Qs= alcornoque.

Zona de muestreo	Fecha de recolección	Total agallas	Coord. UTM (ETRS89) X	Y	Altitud	Paraje	Tipo de cubierta forestal
Montnegre-Corredor	26/6/2014	1.020	462985	4612677	585	St. Martí Montnegre	Latizal *Cs* x *Qh* x *Qi*
Albera-Salines	27/6/2014	998	475805	4692871	480	Torrent del Cros	Masa pura *Cs*
Garrotxa 1	23/6/2014	354	459201	4667570	573	Can Toca	Fustal *Cs* x *Qr*
Garrotxa 2	25/6/2014	302	461607	4668901	779	Volcà Pujalós	Masa pura *Cs*
Garrotxa 3	23/6/2014	264	459925	4666075	570	Fageda d'en Jordà	Fustal *Cs* x *Fs*
Gavarres	26/6/2014	460	489128	4650692	267	Castell St. Miquel	Latizal *Cs* x *Qi* x *Qs* x *Ppr*
Montseny-Guilleries	27/6/2014	520	435224	4633043	803	Coll de Ravell	Latizal *Cs* x *Qi* x *Qs*

sencilla relación entre colectas totales de parasitoides y *Dryocosmus*, con el objetivo de adquirir una idea aproximada de la emergencia de dichos parasitoides sobre el total de colectas: (número total de parasitoides colectados / número total de parasitoides + cinípidos) x 100.

Puesto que la aparición de los adultos se produce en el interior de cámaras de cría de manera continua a lo largo del período de emergencia, se ha procedido a la colecta y anotación de los datos a intervalos semanales (de *D. kuriphilus* y parasitoides). Con ellos se han obtenido gráficos de vuelo de los adultos entendiéndose como el desarrollo de los datos totales obtenidos semana a semana. Estos datos nos permitirán ver las variaciones que sucenen anualidad a anualidad en estudios de años venideros o incluso lo que acontece en otros estudios parecidos de otros autores.

Así, dicha curva de vuelo se ha construido a partir de las colectas semanales producidas en las cámaras de cría de parasitoides y cinípidos atraídos por la luz del tubo colector anotándose las sumas totales de las emergencias de unos y otros dentro de dichos intervalos semanales y al objeto de establecer las respectivas abundancias estacionales de los adultos para el total de agallas del estudio.

Todos los parasitoides fueron también sexados. La sex ratio de los adultos emergentes ha sido testada contra una hipótesis nula de una sex ratio de 50:50, mediante un test χ^2.

En cuanto a las diferencias entre zonas de muestreo, se han analizado los parasitoides tanto cuantitativamente (mediante la relación parasitoides/*D. kuriphilus*), como cualitativamente (número de especies de parasitoides identificados en cada zona).

En total se recogieron 4.111 agallas de nueva formación dentro de las 5 zonas de castaño (Tabla I, donde también se aportan los datos de las diferentes localizaciones de los muestreos).

Resultados

De las 4.111 agallas recolectadas han emergido 2.988 ejemplares adultos del cinípido *D. kuriphilus*, 521 ejemplares de parasitoides autóctonos y 88 ejemplares de otros artrópodos e insectos secundarios asociados a las agallas que no son de interés para el estudio. No se han encontrado cinípidos inquilinos (Cynipidae: Synergini, Ceroptresini), pese a ser un importante componente de las comunidades de agallas de cinípidos (Ács *et al.*, 2010). En total han emergido 14 especies diferentes de parasitoides autóctonos pertenecientes a las siguientes 5 familias: Eupelmidae, Eurytomidae, Ormyridae, Pteromalidae y Torymidae (Tabla II). La sex ratio de cada especie ha sido examinada siempre que el número total de individuos obtenidos haya sido superior a 10 (Tabla II).

Una de las especies, *Mesopolobus lichtensteini* (Mayr, 1903) (Hym., Pteromalidae), se cita [E34] por vez primera como especie reclutada por la avispilla del castaño; Askew (2013) mencionó la posibilidad de que *M. lichtensteini* parasitase a *D. kuriphilus*. Las restantes 13 especies ya constaban citadas como parasitoides de *D. kuriphilus* en Europa con anterioridad. En 2013 (datos no publicados) ya se encontraron las especies *Eupelmus urozonus* Dalman, 1820 (Hym., Eupelmidae), *Ormyrus pomaceus* (Geoffrey, 1785) (Hym., Ormyridae), *Eurytoma brunniventris* Ratzeburg, 1852 (Hym.,

Tabla II. Total de machos y hembras de cada especie de parasitoide. Sex ratio testada con χ2 (para n>9) y considerando significativa la diferencia entre valores reales y esperados 50:50, todos los gl=1; para p<0,001(***), p<0,01 (**) y p<0,05 (*) y no significativa para p>0,05 (NS).

Familia	Especie	♂	♀	Total (n)	Sex ratio	X^2	Diferencia
Eupelmidae	*Eupelmus annulatus* (Nees)	0	1	1	-	-	-
	Eupelmus urozonus (Dalman)	35	12	47	3:01	11,255	***
Eurytomidae	*Eurytoma brunniventris* (Ratzeburg)	4	8	12	1:02	1,333	NS
	Sycophilla biguttata (Swederus)	1	20	21	1:20	17,19	***
	Sycophila variegata (Curtis)	18	39	57	1:02	7,737	**
Ormyridae	*Ormyrus nitidulus* (Fabricius)	18	4	22	5:01	8,909	**
	Ormyrus pomaceus (Geoffroy in Fourcroy)	18	5	23	4:01	7,348	**
Pteromalidae	*Mesopolobus sericeus* (Förster)	1	0	1	-	-	-
	Mesopolobus tibialis (Westwood)	1	9	10	1:09	6,4	*
	Mesopolobus lichtensteini (Mayr)	2	15	17	1:08	9,941	**
	Mesopolobus mediterraneus (Mayr)	1	0	1	-	-	-
Torymidae	*Megastigmus dorsalis* (Fabricius)	92	100	192	1:01	0,333	NS
	Torymus auratus (Müller)	15	19	34	1:01	0,471	NS
	Torymus flavipes (Walker)	11	72	83	1:07	44,831	***

Tabla III. Parasitoides observados en colectas en Cataluña ordenados por abundancia; con * la primera cita en *Dryocosmus kuriphilus*.

Colectas	Especie	2014	%
2014	*Megastigmus dorsalis* (Fabricius)	192	36,9
2013-14	*Torymus flavipes* (Walker)	83	15,9
2014	*Sycophila variegata* (Curtis)	57	10,9
2013-14	*Eupelmus urozonus* (Dalman)	47	9,0
2014	*Torymus auratus* (Müller)	34	6,5
2013-14	*Ormyrus pomaceus* (Geoffroy in Fourcroy)	23	4,4
2014	*Ormyrus nitidulus* (Fabricius)	22	4,2
2014	*Sycophilla biguttata* (Swederus)	21	4,0
2014	* *Mesopolobus lichtensteini* (Mayr)	17	3,3
2013-14	*Eurytoma brunniventris* (Ratzeburg)	12	2,3
2013-14	*Mesopolobus tibialis* (Westwood)	10	1,9
2014	*Eupelmus spongipartus* Förster, 1860	1	0,2
2013-14	*Mesopolobus sericeus* (Förster)	1	0,2
2014	*Mesopolobus mediterraneus* (Mayr)	1	0,2
2013	*Mesopolobus tarsatus Nees*	-	-
	TOTAL	**521**	**100**

Eurytomidae), *Torymus flavipes* (Walker, 1833), *Mesopolobus tarsatus* (Nees, 1834) y *Mesopolobus tibialis* (Westwood, 1833), por lo que en esta anualidad (2014) y en las mismas zonas de colecta el número de parasitodes ha aumentado en 8 especies (Tabla III): *Eupelmus spongipartus* Förster, 1860 (=*annulatus* Nees) (Hym., Eupelmidae), *Ormyrus nitidulus* (Fabricius, 1804) (Hym., Ormyridae), *Sycophila biguttata* (Swederus, 1795) y *Sycophila variegata* (Curtis, 1831) (Hym., Eurytomidae), *Megastigmus dorsalis* (Fabricius, 1798) y *Torymus auratus* (Müller, 1764) (Hym., Torymidae), *Mesopolobus sericeus* (Förster, 1770) y *Mesopolobus mediterraneus* (Mayr, 1903) (Hym., Pteromalidae). Únicamente *Mesopolobus tarsatus* (Nees, 1834) (Hym., Pteromalidae), detectada también el pasado año (2013, datos no publicados), no ha aparecido en la presente anualidad (Tabla III).

Las especies más abundantes son los torímidos *M. dorsalis* y *T. flavipes*, que conjuntamente suponen más del 50% del total. Estos datos no nos han de extrañar, ya que son dos de las especies con mayor número de hospedadores citados en agallas de Cynipini, 65 especies de agallas para *M. dorsalis* y 40 para *T. flavipes*, (Askew *et al*., 2013). En contraposición a estos datos, la obtención de *T. auratus* ha sido escasa (6,5%) en relación con su potencial como especie polífaga (Askew *et al.*, 2013) en agallas de cinípidos (48 modelos morfológicos). Lo mismo puede decirse de *E. brunniventris*, *O. pomaceus* y *E. urozonus*, las especies más polífagas (atacando 99, 96 y 90 modelos morfológicos de agallas de Cynipini, respectivamente). Las colectas de *E. spongipartus*, *M. sericeus* y *M. mediterraneus* han sido consideradas como ocasionales (solo un ejemplar obtenido).

Tabla IV. Relación nº parasitoides (PAR)/nº *Dryocosmus kuriphilus* (DRY) y número de especies de parasitoides (NEP) en cada zona (2014).

Zona de muestreo	DRY	PAR	Relación	NEP
Montegre-Corredor	953	87	8,4	10
Albera-Salines	788	26	3,2	9
Garrotxa	159	255	57,5	9
Gavarres	289	31	9,7	6
Montseny-Guilleries	799	122	13,2	12
TOTAL	**2988**	**521**	**14,9**	**14**

Tabla V. Diferencias en parasitoides (PAR) en función del tipo de cubierta forestal (TCV) en la zona de la Garrotxa. DRY: *Dryocosmus*

Tipo de cubierta vegetal	DRY	ejem. PAR	relación PAR/DRY	especies PAR
Castaño con roble pedunculado	26	33	55,9	6
Castañar puro	80	69	46,3	9
Castaño con haya	49	108	68,8	8
TOTAL	**155**	**210**	**57,5**	**9**

En general, existen diferencias notables en el grado de parasitación entre zonas (Tabla IV). El máximo de 57,5% obtenido en la zona de Garrotxa no es del todo fiable debido a que las muestras fueron recogidas con tiempo excepcionalmente húmedo y lluvioso, ocasionando un problema de presencia de mohos en las cámaras de cría de las agallas que, probablemente, haya inducido cierta mortalidad no cuantificable entre las avispillas; en contrapartida, estas condiciones también debieron afectar a los parasitoides. Si excluimos este dato mencionado, la relación parasitoides/*D. kuriphilus* varía entre el 13,2% de Montseny-Guilleries y el 3,2% de Albera-Salines. Se observa una aparente falta de relación entre la riqueza en especies de parasitoides y el grado de parasitoidización (Tabla IV); así en Albera-Salines se han obtenido 9 especies con 3,2% de parasitoidismo y en Gavarres 6 especies con 9,7%. Montseny-Guilleries aparece como la de mayor riqueza en especies (12 especies) y Gavarres la de menor (6).

Asimismo, dentro de la zona de Garrotxa se muestrearon tres zonas próximas con masas diferentes para ver posibles diferencias entre ellas, en una parcela de castaño en mezcla con roble pedunculado, en una parcela pura de castaño y en una parcela de castaño mezclado con haya (Tabla V). La masa pura ha reclutado mayor número de especies que el resto. También, aunque era esperable que en la masa pura de castaño la relación parasitoide/*D. kuriphilus* fuese menor, resulta relevante que sea mayor en la zona mezclada con haya que en la mezclada con roble pedunculado, donde, por cierto, no se detectó *T. flavipes*.

Tabla VI. Tasa de parasitoidismo/*Dryocosmus kuriphilus* (DRY) y número de parasitoides (PAR) en cada zona en 2013. Entre paréntesis: resultados del 2014 tal como se ha indicado en la tabla IV.

ZONAS	nº de agallas	nº de PAR	nº de *DRY*	Tasa de parasitoidismo
Montnegre-Corredor	1008	25	1591	1,550 (8,4)
Albera-Salines	1130	63	1814	3,360 (3,2)
Garrotxa	468	37	823	4,300 (5,75)
Gavarres	970	10	1622	0,610 (9,7)
Montseny-Guilleries	958	12	1477	0,810 (13,2)
TOTAL	**4534**	**147**	**7327**	**2,126 (14,9)**

Gracias a la cesión de los datos de campo para el año 2013 del trabajo inicial sobre la avispilla del castaño en Cataluña (J. García, J. Heras & J. Pujade-Villar, datos no publicados), que facilitan la continuidad de los mismos con el presente estudio, se ha podido abordar la comparación de años diferentes y así determinar la posible tendencia en la evolución de la plaga (Tabla VI), observándose que en áreas parecidas las especies de parasitoides detectadas y sus frecuencias relativas aumentaron considerablemente del año 2013 al 2014. Exceptuando el dato de la Garrotxa (comentado anteriormente), los valores indican un porcentaje similar de parasitoidismo (en Albera-Salinas) o un aumento de dicho porcentaje (en las otras localidades muestreadas). De ello no se puede en absoluto deducir que en las próximas anualidades vaya a aumentar el porcentaje de parasitoides autóctonos hasta poder conseguir controlar la plaga, más aún cuando en países donde *D. kuriphilus* está presente desde hace muchos más años esto nunca ha sucedido (Aebi *et al*., 2006).

Finalmente, como resultado de los trabajos realizados se ha obtenido la curva de vuelo de *D. kuriphilus* y del conjunto de los parasitoides en las distintas zonas (Fig. 4). En general los parasitoides empiezan a emerger justo después que lo hagan las avispillas del castaño; ambos tienen un máximo estival muy acusado casi coincidente. Sin embargo, parte de la población de parasitoides continúa emergiendo cuando ya lo ha dejado de hacer *D. kuriphilus*. Estos datos no coinciden con los de otros autores (Quacchia *et al*., 2013), en los que los parasitoides aparecen de forma más desfasada respecto a la emergencia del cinípido gallícola.

Discusión y conclusiones

En 2014 se encontraron en agallas de *D. kuriphilus* en Cataluña un total de 14 especies de parasitoides autóctonos, pertenecientes a cinco familias de Chalcidoidea, que atacan también agallas de otras especies de cinípidos autóctonos sobre quercíneas (Askew *et al*., 2013). Todos los parasitoides colectados provienen de agallas primaverales, al haberse priorizado esta época de muestreo ya que es la más recomendable por ser la de máxima emergencia de parasitoides en *D. kuriphilus* (Blouin, 2011). El análisis de las agallas post-invernales está pendiente de estudio.

La zona Montseny-Guilleries ha quedado un tanto inframuestreada si tenemos en cuenta que es el área con más extensión de *C. sativa* (Fig. 2), y esto se debe a causas diversas: en un primer momento se diseñó el muestreo con más réplicas en la zona Albera-Salines próxima a la frontera con Francia y por tanto la zona por donde se esperaría una eventual penetración de *T. sinensis* procedente del país vecino; en la Garrotxa destaca la facilidad para obtener muestras en zonas de vegetación diferente en zonas muy próximas, y en el Montnegre-Corredor se da una alta concentración de viveros de planta forestal. No se ha detectado ninguna penetración de *T. sinensis* en el presente estudio.

D. kuriphilus fue detectado en Cataluña en 2012 (Pujade-Villar *et al*., 2013) y en sólo un par de años los parasitoides ya han podido detectar y explotar un nuevo recurso, tal como ha venido ocurriendo en otros países europeos anteriormente. La riqueza en especies de parasitoides por zona refleja aproximadamente la fecha de llegada del cinípido, ya que las zonas de introducción más precoz son necesariamente las zonas de mayor tiempo con disponibilidad de huésped (Matošević & Melika, 2013). Así, aunque los parasitoides más abundantes proceden de todas las zonas, Montseny-Guilleries aparece como la que tiene un mayor número de especies, seguida de Montnegre-Corredor, lo cual abonaría la tesis de que la introducción de *D. kuriphilus* en Cataluña se produjo en realidad por una importación comercial de material vegetal infestado, dada la relativa concentración de viveros forestales y de jardinería en las inmediaciones de ambas zonas mencionadas, que por otra parte se encuentran alejadas de la frontera con Francia.

Se ha contrastado la composición del complejo parasitoide colectado en Cataluña con el descrito con anterioridad en Europa. Aparte de las novedades en el reclutamiento de las especies ya comentadas, se cita *M. lichtensteini* por primera vez en este tipo de agallas. Con respecto al año 2013, han sido registradas 8 especies más de Chalcidoidea para Cataluña; estos datos son coincidentes con los datos de las especies parasitoides halladas en otros países europeos (Matošević & Melika, 2013; Panzavolta *et al*., 2013; Quacchia *et al*. 2013) difiriendo solo en su composición según la abundancia relativa de las distintas especies reclutadas. Estas diferencias no son comparables debido a las numerosas divergencias en cuanto a la oportunidad, condiciones, épocas y esfuerzos de muestreo existentes entre los planteamientos de los diversos estudios referenciados. En futuros estudios sería conveniente primero ponderar mejor los muestreos por zonas y alargar los períodos de muestreo, y también sería interesante incluir la recolección de agallas post-invernales en la cuantificación y determinación específica de la comunidad parasitoide.

Destacan en nuestro estudio *M. dorsalis*, *T. flavipes* y *S. variegata* como las especies más abundantes, sumando más del 60% del total. En cambio *E. annulatus*, *M. sericeus* y *M. mediterraneus* son, por el momento, testimoniales, al figurar con un único ejemplar cada una.

Respecto a la proporción de sexos, la sex ratio aparece equilibrada únicamente en *M. dorsalis* (el parasitoide total más abundante), *E. urozonus* y *T. flavipes*. Sin embargo, está sesgada hacia las hembras en *T. flavipes*, *S. variegata*, *S. biguttata*, *M. lichtensteini* y *M. tibialis*. El sesgo para *E. urozonus*, *O. pomaceus* y *O. nitidulus* está, en cambio, en los machos. Puesto que los datos de que disponemos son todavía poco numerosos, es prematuro establecer hipótesis sobre la significación de estas desviaciones, que por otro lado pueden deberse al tamaño de la muestra. Por ello habrá que contrastar en el futuro con la aportación de nuevos datos si realmente se dan sesgos significativos en la sex ratio y si, excluyendo ineficacia en los muestreos, se basan en algún tipo de interacción biológica, sean interespecíficas, como variaciones en la calidad del hospedador como recurso trófico o desigualdades en la habilidad competitiva de los parasitoides, intraespecíficas, como competición por el apareamiento, genéticas como determinación sexual complementaria en caso de haplodiploidia, u otras (Matošević *et al*., 2013).

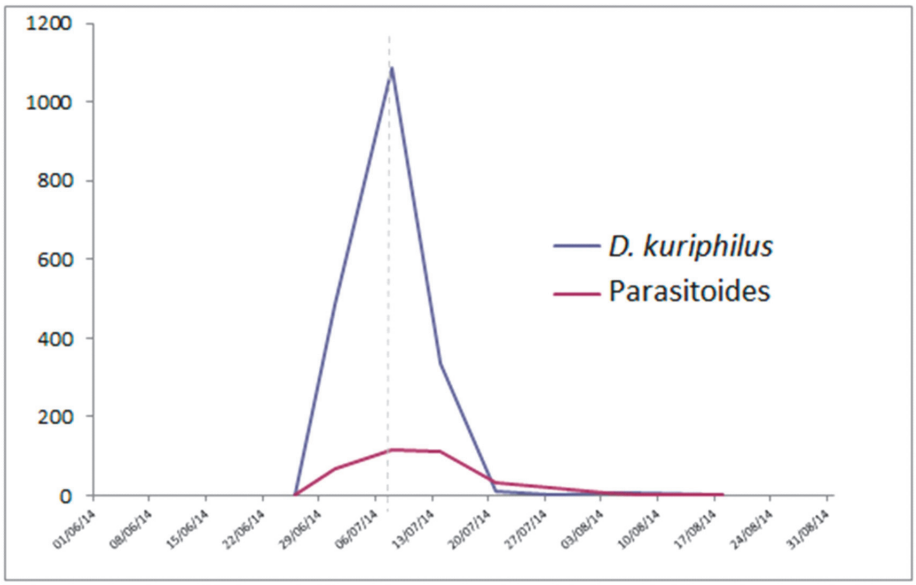

Fig. 4. Curva de vuelo de *Dryocosmus kuriphilus* (ACGW) y de los parasitoides totales del año 2014.

El rápido reclutamiento de parasitoides específicos de agallas de quercíneas por *D. kuriphilus* puede sugerir que hay un cierto potencial para el control biológico usando parasitoides autóctonos, siendo que otras medidas de control son prácticamente de nulo efecto a excepción de la llevada a cabo con *T. sinensis*. Sin embargo, existen serias dudas al respecto por el desacoplamiento entre la fenología del desarrollo de la agalla de *D. kuriphilus* y los períodos de emergencia de los enemigos naturales autóctonos (Quacchia *et al.*, 2013). Los resultados muestran que las especies autóctonas *M. dorsalis* y *T. flavipes* han sido las más abundantes, presentando una mejor sintonía para parasitar al nuevo huésped y pudiendo ofrecer un buen potencial para el control biológico de *D. kuriphilus*, si bien se necesita más investigación sobre la fenología de ensamblaje entre el hospedador y el parasitoide y sus porcentajes de parasitoidismo. Por otro lado, un aumento de las poblaciones de parasitoides debido al reclutamiento de *D. kuriphilus* podría ocasionar desequilibrios en el complejo autóctono parasitoides/especies gallícolas de quercíneas (Gibbs *et al*., 2011)

Al consolidarse una invasión se establece un nuevo acoplamiento en torno a la especie invasora, incrementándose la complejidad en la totalidad de la red trófica de la comunidad autóctona (Cornell & Hawkins, 1993; Matošević & Melika, 2013). Una alta abundancia de un nuevo huésped puede también ocasionar efectos negativos a través del incremento de parasitoidismo sobre otras comunidades autóctonas que compartan las mismas especies de parasitoides (en este caso cinípidos sobre quercíneas) vía competencia. Por tanto, una alta abundancia de parasitoides podría conducir a mayores niveles de parasitoidismo en las comunidades de agallas sobre especies de *Quercus*, influyendo negativamente en sus densidades poblacionales.

En conclusión, el presente estudio ha mostrado que la especie invasora *D. kuriphilus* ha reclutado por el momento 14 especies autóctonas de parasitoides que potencialmente podrían influir en sus densidades de población en Cataluña. El reclutamiento ha ocurrido de forma rápida (dos años), y las zonas que han sido invadidas primero tienen un espectro de especies parasitoides más rico que las zonas de más reciente presencia en dicho territorio. *Megastigmus dorsalis*, *T. flavipes* y *S. variegata* fueron las especies más abundantes que han atacado al nuevo huésped en Cataluña, y ello sin exigencia de que el árbol hospedador deba ser una quercínea. La plasticidad de los parasitoides de Cynipini es extraordinaria en lo que se refiere a la elección del huésped.

Agradecimientos

Agradecemos a Javier García Fernández el haber cedido los datos de su estudio inicial sobre la avispilla del castaño en Cataluña en 2013, trabajo que fue dirigido por el segundo y tercer autor de este estudio. También cabe hacer mención del personal y colaboradores del Parc Natural de la Zona Volcànica de la Garrotxa por su contribución y ayuda en la recogida de muestras, del personal del Servei de Parcs de la Diputació de Barcelona por su apoyo en los parques naturales del Montseny y del Montnegre-Corredor, así como del personal de campo de Forestal Catalana por su entusiasta colaboración en todos los muestreos, recolección de agallas y primeros trabajos de laboratorio. Agradecemos a Gerardo Sánchez (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, Madrid) los datos proporcionados respecto a Euskadi y Navarra. Finalmente, gracias a Csaba Thúroczy y Dick Askew por cedernos sus claves dicotómicas para nuestro uso en el presente estudio.

Bibliografía

Ács, Z., R.J. Challis, P. Bihari, M. Blaxter, A. Hayward, G. Melika, G. Csóka, Z. Pénzes, J. Pujade-Villar, J.L. Nieves-Aldrey, K. Schönrogge & G.N. Stone 2010. Phylogeny and DNA barcoding of inquiline oak gallwasps (Hymenoptera: Cynipidae) of the Western Palaearctic. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, **55**: 210-225.

Aebi, A., K. Schönrogge, G. Melika, A. Alma, G. Bosio, A. Quacchia, L. Picciau, Y. Abe, S. Moriya, K. Yara, G. Seljak & G.N. Stone 2006. Parasitoid Recruitment to the Globally Invasive Chestnut Gall Wasp *Dryocosmus kuriphilus*. Pp. 103-121. En: Ozaki, K., J. Yukawa, T. Ohgushi & P.W. Price, (Eds). *Ecology and evolution of galling Arthropods and Their Associates*. Springer-Verlag, Tokyo, Japan. 308 pp.

Aebi, A., K. Shönrogge, G. Melika, A. Quacchia, A. Alma & G.N. Stone 2007. Native and introduced parasitoids attacking the invasive chestnut gall wasp *Dryocosmus kuriphilus*. *EPPO Bulletin*, **37**: 166-171.

ANAGNOSTAKIS, S., S. CLARK & H. MCNAB 2009. Preliminary report on the segregation of resistance in chestnut to infestation by oriental chestnut gall wasp. *Acta Horticulturae,* **815**: 33-35.

ANÓNIMO 2005. Data sheets on quarantine pests - *Dryocosmus kuriphilus*. *EPPO Bulletin*, **35**: 422-424.

ANÓNIMO 2015. *Dryocosmus kuriphilus* (Avispilla del Castaño). Junta de Andalucía. Consejería de Agricultura, Pesca y Medio Ambiente. Dirección General de la Producción Agrícola y Ganadera. Servicio de Sanidad Vegetal. Disponible en https://www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/portal/comun/galerias/galeriaDescargas/minisites/raif/plagas/DRYOCOSMUS_KURIPHILUS.PDF [consultado el 26.xi.2016]

ASKEW, R.R. 2013. *Mesopolobus lichtensteini* (Mayr, 1903) (Hymenoptera: Pteromalidae), a probable native parasitoid of the Chestnut Gall Wasp in south-west France. *Entomologist's Monthly Magazine*, **149**(1793-1795): 270.

ASKEW, R.R., G. MELIKA, J. PUJADE-VILLAR, K. SCHÖNROGGE, G.N. STONE & J.L. NIEVES-ALDREY 2013. Catalogue of parasitoids and inquilines in cynipid oak galls in the West Palaearctic. *Zootaxa*, **3643**(1): 1-133.

AYMERICH, P., J. CAMBRA, J. CARRERAS, E. CARRILLO, M. GUARDIOLA, A. CURCÓ, A. FERRÉ, X. FONT, R.M. MASALLES, A. MERCADÉ, J.M. NINOT, A. SALVAT, J. VIGO, J. FONT, J. GESTI & L. VILAR 2014. *Cartografia dels hàbitats a Catalunya. Versió 2. Manual d'interpretació*. Departament de Territori i Sostenibilitat, Generalitat de Catalunya. Barcelona, 360 pp.

BENTO A. 2014. La avispilla del castaño, *Dryocosmus kuriphilus*: situación actual y medidas de control en Portugal. http://roble.intecca.uned.es/fez/view/intecca:VideoAVIP-138236 [consultado el 21-06-2015].

BLOUIN, M. 2011. *Inventaire des parasitoides du cynips du châtaigner en Corse*. Areflec. Essai rattaché a l'action nº 06.2011.01

BOROWIEC, N., M. THAON, M. BRANCACCIO, S. WARROT, E. VERCKEN, X. FAUVERGUE, N. RIS & J.C. MALAUSA 2014. Classical biological control against the chestnut gall wasp *Dryocosmus kuriphilus* (Hymenoptera, Cynipidae) in France. *Plant Protection Quarterly*, **29**(1): 7-10.

BRUSSINO, G., G. BOSIO, M. BAUDINO, R. GIORDANO, F. RAMELLO & G. MELIKA 2002. Pericoloso insetto esotico per il castagno europeo. *L'Informatore Agrario*, **37**: 59-61.

CORNELL, H.V. & B.A. HAWKINS 1993. Accumulation of native parasitoid species on introduced herbivores: a comparison of "hosts-as-natives" and "hosts-as-invaders". *American Naturalist*, **141**(6): 847-865.

EVERATT, M.J. 2015. Evaluation of the potential of control options used in Italy for the management of the oriental chestnut gall wasp, *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu (Hymenoptera; Cynipidae), in the UK. Department for Environment Food & Rural Affairs. European Cooperation in Science and Technology COST Action 1301.

GIBBS, M., K. SCHÖNROGGE, A. ALMA, G. MELIKA, A. QUACCHIA, G.N. STONE & A. AEBI 2011. *Torymus sinensis*: a viable management option for the biological control of *Dryocosmus kuriphilus* in Europe? *BioControl*, **56**: 527-538.

MATOŠEVIĆ, D. & G. MELIKA 2013. Recruitment of native parasitoids to a new invasive host: first results of *Dryocosmus kuriphilus* parasitoid assemblage in Croatia. *Bulletin of Insectology*, **66**(2): 231-238.

MATOŠEVIĆ, D., A. QUACCHIA, E. KRISTON & G. MELIKA 2014. Biological Control of the Invasive *Dryocosmus kuriphilus* (Hymenoptera: Cynipidae) – an Overview and the First Trials in Croatia. *SEEFOR South East European Forestry*, **5**(1): 3-12.

NIEVES-ALDREY, J.L. & D. GIL TAPETADO 2015. Evolución de posible impacto ambiental del uso de *Torymus sinensis* como controlador biológico de la plaga de la avispa del castaño, *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu, en España. Jornada técnica en BIOCASTANEA 2015, El Bierzo. Disponible on-line: https://www.researchgate.net/publication/285311135_Evaluacion_de_posible_impacto_ambiental_del_uso_de_Torymus_sinensis_como_controlador_biologico_de_la_plaga_de_la_avispa_del_castano_Dryocosmus_kuriphilus_Yasumatsu_en_Espana. [consultado el 15.xii.2015]

PALMERI V., P. CASCONE, O. CAMPOLO, S.B. GRANDE, F.LAUDANI, A. MALACRINÒ & E. GUERRIERI 2014. Hymenoptera wasps associated with the Asian gall wasp of chestnut *Dryocosmus kuriphilus* in Calabria, Italy. *Phytoparasitica*, **42**: 699-702.

PANZAVOLTA, T., U. BERNARDO, M. BRACALINI, P. CASCONE, F. CROCI, M. GEBIOLA, L. IODICE, R. TIBERI & E. GUERRIERI 2013. Native parasitoids associated with *Dryocosmus kuriphilus* in Tuscany, Italy. *Bulletin of Insectology*, **66**(2): 195-201.

PUJADE-VILLAR J., A. TORRELL & M. ROJO 2013. Primeres troballes a la península Ibèrica de *Dryocosmus kuriphilus* (Hym., Cynipidae), una espècie de cinípid d'origen asiàtic altament perillosa per al castanyer (Fagaceae). *Orsis*, **27**: 295-301.

QUACCHIA, A., S. MORIYA, G. BOSIO, I. SCAPIN & A. ALMA 2008. Rearing, release and settlement prospect in Italy of *Torymus sinensis*, the biological control agent of the chestnut gall wasp *Dryocosmus kuriphilus*. *BioControl*, **53**(6): 829-839.

QUACCHIA, A., C. FERRACINI, J.A. NICHOLS, E. PIAZZA, M.A. SALADINI, F. TOTA, G. MELIKA & A. ALMA 2013. Chalcid parasitoid community associated with the invading pest *Dryocosmus kuriphilus* in north-western Italy.- *Insect Conservation and Diversity*, **6**(2): 114-123.